

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-167999

(43)Date of publication of application : 04.07.1995

(51)Int.Cl.

G21K 7/00

(21)Application number : 05-315152

(71)Applicant : NIKON CORP

(22)Date of filing : 15.12.1993

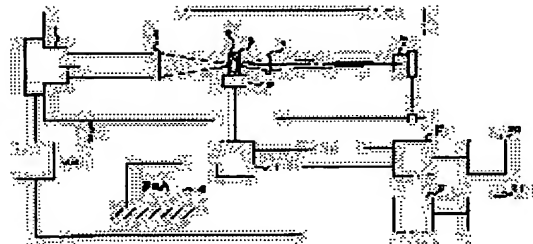
(72)Inventor : OZEKI HISAO  
NAGATA HIROSHI  
SUGIURA KATSUMI

## (54) IMAGE FOCUSING TYPE X-RAY MICROSCOPE

## (57)Abstract:

**PURPOSE:** To provide an image focusing type X-ray microscope capable of enlarging an observation area.

**CONSTITUTION:** In order to enlarge an observation area, an image focusing type X-ray microscope has jogging mechanism 10 for displacing a sample holder 3 accommodating a sample capsule 8 charged with an observation sample, a driving circuit part 11 for driving the jogging mechanism 10, an X-ray driving circuit part 14 for driving an X-ray generator 1, a control circuit part 12 for taking in X-ray image data obtained by an image pickup device 5 and controlling X-ray outgoing timing, image pickup timing and displacement timing, and a memory data processing part 13 for storing plural X-ray image data taken in by the control circuit part 12 and executing image processing to these X-ray image data so as to synthesize images, and the like.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

BEST AVAILABLE COPY

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-167999

(43) 公開日 平成7年(1995)7月4日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

G 2 1 K 7/00

審査請求 未請求 請求項の数8 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平5-315152

(22) 出願日 平成5年(1993)12月15日

(71) 出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72) 発明者 大関 尚夫

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内

(72) 発明者 永田 浩

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内

(72) 発明者 杉浦 克己

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内

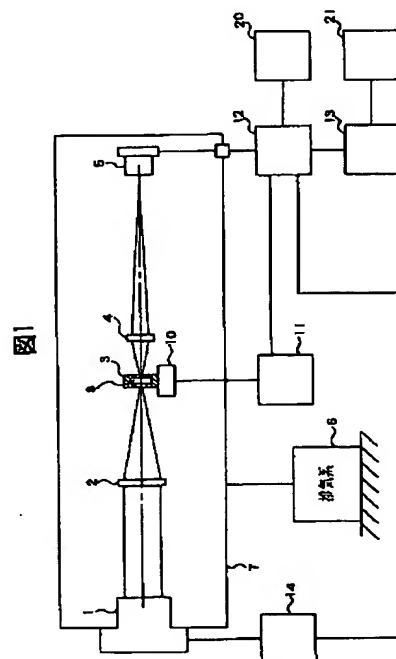
(74) 代理人 弁理士 三品 岩男 (外2名)

(54) 【発明の名称】 結像型X線顕微鏡

(57) 【要約】

【目的】 結像型X線顕微鏡において、観察領域を大きくすることができるX線顕微鏡を提供する。

【構成】 観察領域を拡大するための機構として、観察試料を装填した試料カプセル3を収容する試料ホルダー3を変位する微動機構10と、微動機構10を駆動するための駆動回路部11と、X線発生器1を駆動するX線駆動回路部14と、撮像装置5で得られるX線像のデータを取り込むと共に、X線出射タイミング、撮像タイミングおよび変位タイミングを制御する制御回路部12と、制御回路部12により取り込まれた複数のX線像のデータを記憶すると共に、これらのX線像データに対して画像処理を実行して、画像合成等を行なうメモリデータ演算処理部13とを有する。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】結像型X線顕微鏡において、  
試料の、予め定めた観察位置と、X線の結像位置に共役な位置とを一致させるために、当該試料を予め定めた位置に保持する保持台と、

試料の、観察位置にある部位を透過した透過X線、および、当該部位から発生する蛍光X線のうち、少なくとも一方のX線を検出して、当該観察位置でのX線像を示す信号を出力するX線撮像手段と、

X線撮像手段の撮像面上に、観察位置でのX線像を結像する結像光学系と、

保持台を変位して観察位置を変える移動手段と、

移動手段を制御して、予め定めた方向および量で保持台を定量変位させると共に、X線撮像手段を制御して、保持台が変位される毎に撮像を行なわせ、得られたX線像を示す信号を受け入れて、当該X線像を示す信号に基づいて得られた画像データを、当該定量変位に伴う観察位置情報と共に出力する制御手段と、

制御手段から出力された、複数の画像データおよび観察位置情報を受け入れ、それらの一部または全部を合成して表示する画像処理手段とを有することを特徴とする結像型X線顕微鏡。

【請求項2】請求項1において、

前記制御手段は、前記移動手段および前記X線撮像手段を制御して、観察可能な視野領域が重なり合うようにして、複数の隣接した観察位置におけるX線像の撮像を行なわせ、得られた複数のX線像を示す信号を受け入れて、当該X線像に対応する画像データを出力することを特徴とする結像型X線顕微鏡。

【請求項3】請求項2において、

画像処理手段は、受け入れた複数の画像データおよびその観察位置を記憶する記憶部と、

記憶部に記憶された複数の画像データを処理する処理部と、

処理された画像を表示する表示部とを有し、

処理部は、前記制御手段から出力された画像データのうち、隣接して重なり合う部分を有する画像データにおける当該部分の境界線を、それぞれの画像データに関して算出することを特徴とする結像型X線顕微鏡。

【請求項4】請求項3において、

前記処理部は、前記算出された境界線が重なるように、複数の画像データを合成して、1つの画像データとするものであり、

前記表示部は、当該合成された画像データに基づいて、画像を表示することを特徴とする結像型X線顕微鏡。

【請求項5】請求項3において、

前記画像処理手段の処理部は、算出された各画像データの境界線を示す信号を出力するもので、

前記制御手段は、出力された信号が示す境界線に基づい

2

て、隣接する2つの画像データにおける相対変位を算出し、算出された相対変位と当該2つの画像データの観察位置情報から得られる相対変位とを比較して、前記移動手段の変位誤差を補正することを特徴とする結像型X線顕微鏡。

【請求項6】請求項1～5のいずれかにおいて、試料に照射するX線を出射するX線発生器と、当該試料とX線発生器との間に設けられ、出射されたX線を結像位置に共役な位置で収束するコンデンサー光学系とをさらに有することを特徴とする結像型X線顕微鏡。

【請求項7】請求項6において、

前記X線発生器は、パルスX線が発生するものであり、前記制御手段は、当該パルスX線が出射される毎に、前記X線撮像手段を制御してX線像を取得することを特徴とする結像型X線顕微鏡。

【請求項8】請求項1～7のいずれかにおいて、

前記移動手段は、前記保持台を、X線の光軸と直行する平面内で変位させる移動機構と、

移動機構を駆動すると共に、その変位量および方向を制御する移動制御装置とを有することを特徴とする結像型X線顕微鏡。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、X線顕微鏡に係り、特に、画像処理機能を備えた結像型X線顕微鏡に関する。

【0002】

【従来の技術】医学や生物学等における生体の高倍率観察に対する要求の高まりに対応して、波長2～5nm程度の軟X線を用いるX線顕微鏡が注目され、開発が行われている。このような軟X線を用いる従来のX線顕微鏡は、図4にその概略が示されるような構造を有する。

【0003】この従来のX線顕微鏡においては、X線収束用のコンデンサー光学系2と、試料ホルダー3と、結像光学系4と、撮像装置5とが、X線発生器1の出力光軸上に直列に配置される構成を有する。ここで、X線発生器1から撮像装置5までのX線光学系の光路長は約2mである。また、この光学系全体は、排気系6を有する真空槽7内に納められている。

【0004】さて、この従来例においては、観察試料を装填した試料カプセル8を試料容器3内にセットした後、排気系6を動作して真空槽7内を真空排気し、真空度を $4.8 \times 10^{-2}$  Pa以下に維持した状態で観察を行う。X線発生器1から射出された軟X線ビームは、コンデンサー光学系2により収束され、試料容器3にセットされた試料カプセル8を通過する。通過した軟X線は、結像光学系4により撮像装置5上に結像して真空槽7外のモニタ装置9に観察像を与える。

【0005】ここで、使用されるX線顕微鏡のコンデンサー光学系、または、結像光学系には、軟X線の収束に

係る幾多のX線光学素子が考えられるが、その中でも、回折を利用したゾーンプレート、多層膜反射鏡、斜入射反射鏡を用いるものが注目されている。

【0006】特に、波長2～5nm程度の軟X線を用いた生体観察用X線顕微鏡のX線光学素子として、この波長域で高いX線集光効率・高分解能から考慮して、ゾーンプレート、ウォルター型斜入射反射鏡、多層膜斜入射反射鏡のうちのいずれか、または、これらの組み合わせを用いるのが有望視されている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記の如きX線光学素子は、可視光光学素子に比べ、視野を大きくすることがむずかしい。例えば、ウォルター型斜入射鏡では、倍率40倍、分解能を0.1～0.05μmとすると、10μm程度の視野径である。

【0008】また、ゾーンプレートでは、倍率、分解能、コントラストで視野径を正確に定義することができないが、ゾーンプレートは回折を利用したX線光学素子なので、X線の単色化が必要であり、そのため試料の前面に5～20μm程度のピンホールを挿入し、単色化を図らなければならない。これが見かけ上の視野絞りとなる。したがって、ゾーンプレートの視野径は、このピンホール径の5～20μm程度といえる。

【0009】上記程度の視野では、たとえ、光学顕微鏡よりも分解能が上がって、生体の微小な領域が見えたとしても、その微小な領域で撮像された小器官が、観察対象の生体試料内のどこに位置しているか、またどのような働きを持っているかを観察することが困難である。

【0010】本発明は、視野の小さなX線光学素子を用いた結像型X線顕微鏡において、観察領域を大きくすることができるX線顕微鏡を提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記目的は、結像型X線顕微鏡において、試料の予め定めた観察位置と、X線の結像位置に共役な位置とを一致させるために、当該試料を予め定めた位置に保持する保持台と、試料の観察位置にある部位を透過した透過X線、および、当該部位から発生する蛍光X線のうち、少なくとも一方のX線を検出して、当該観察位置でのX線像を示す信号を出力するX線撮像手段と、X線撮像手段の撮像面上に、観察位置でのX線像を結像する結像光学系と、保持台を変位して観察位置を変える移動手段と、移動手段を制御して、予め定めた方向および量で保持台を定量変位させると共に、X線撮像手段を制御して、保持台が変位される毎に撮像を行なわせ、得られたX線像を示す信号を受け入れて、当該X線像を示す信号に基づいて得られた画像データを、当該定量変位に伴う観察位置情報と共に出力する制御手段と、制御手段から出力された、複数の画像データおよび観察位置情報を受け入れ、それらの一部または全部を合成して表示する画像処理手段とを有すること、を

特徴とする結像型X線顕微鏡により達成することができる。

【0012】

【作用】本発明を適用した結像型X線顕微鏡において、移動手段により、試料を保持する保持台を変位することで観察位置を変化させ、X線撮像手段により、観察位置でのX線像を取得する。

【0013】制御手段は、移動手段およびX線撮像手段を制御して、試料が定量変位される毎に検出された複数のX線像を撮像させ、そのX線像を示す信号を取込む。制御手段は、さらに、この信号を画像データに変換して、その画像データを、画像データが取得された観察位置を示す情報と共に出力する。

【0014】画像処理手段は、制御手段から出力される、複数の観測位置で得られたX線像に対応する複数の画像データを受け入れ、それら画像データを合成して、表示する。合成する場合には、例えば、複数の画像データを、それらが取得された観察位置の位置関係に対応してつなぎ合わせ、一つのX線画像に合成して表示する。

【0015】以上の手段によれば、視野の小さいX線顕微鏡において、観察可能な領域を拡大することが可能となる。

【0016】

【実施例】本発明を適用した結像型X線顕微鏡の一実施例を、図を用いて説明する。ここで、図4に示す従来例と同様の構造と機能を有する部材に対しては、同一の符号を付す。

【0017】本実施例のX線顕微鏡は、図1に示すように、X線像を検出するための機構として、X線を出射するX線発生器1と、出射されたX線を試料ホルダー3に納められた試料カプセル8に装填された観察試料における観察位置に収束するコンデンサー光学系2と、観察試料を透過したX線を結像する結像光学系4と、結像された観察試料の観察位置におけるX線像を取り込む撮像装置5と、これらの光学系構成要素を収容する真空容器7と、真空容器7内部を排気する排気系6とを有する。ここで、X線発生器1から撮像装置5までの、X線光学系の光路長は、約2mである。

【0018】コンデンサー光学系2および結像光学系4に使用されるX線光学素子としては、例えば、上記で説明した、ゾーンプレート、ウォルター型斜入射反射鏡、多層膜斜入射反射鏡のうちのいずれか、または、これらの組み合わせを用いる。

【0019】X線発生器1には、波長2～5nm程度の軟X線を発生させるものを用いることができ、特に、パルスレーザをタングステン等のターゲットに照射して、パルス状のX線を出射できるレーザプラズマX線源が好適である。

【0020】撮像装置5には、結像光学系4により結像された観察領域のX線像を、電気信号に変換するもの

で、X線用のCCD、または、マルチチャンネルプレートとCCDとから構成されたもの等を用いる。

【0021】生体観察を行うための試料ホルダー3には、真空分離とX線の透過性が良好であるホルダーを用いる。このようなホルダーとしては、例えば、特開平3-197836号公報、特開平3-197837号公報、特開平3-197838号公報や、特開平3-295440号公報記載のものを使用する。

【0022】本実施例は、さらに、観察試料における観察位置を変えることで広い領域での観察を可能とする機構として、試料ホルダー3を変位することで観察位置を変える微動機構10と、微動機構10を駆動するための駆動回路部11と、X線発生器1を駆動してX線を射出させるX線駆動回路部14と、撮像装置5で得られる各観察位置におけるX線像を示す信号を取り込んで、当該信号を画像データに変換し、当該データを当該X線像の観察位置を示す信号と共に出力する制御回路部12と、制御回路部12から出力された複数の画像データを、その観測位置と共に記憶して、これらの画像データに対して画像処理を実行して、それら画像の合成処理等を行なうメモリデータ演算処理部13とを有する。

【0023】ここで、試料ホルダー3の位置が変位されると、当該ホルダー3に納められた試料カプセル8に装填された観察試料と、X線光軸との相対位置関係が変化するため、観察試料において射出X線が透過する位置が変化する。したがって、微動機構10による変位量および方向に対応して、観察試料における観察位置が変化する。

【0024】また、本実施例では、移動手段の移動機構として微動機構10だけを挙げたが、本発明では、変位量の大きさには限定されない。微動機構10に加えて、機械的な動きを利用した粗動機構を備えても良い。

【0025】制御回路部12は、さらに、駆動回路部11、X線駆動回路部14、および、撮像装置5を制御することで、X線発生器1からのX線射出タイミング、撮像装置5の撮像タイミング、および、試料ホルダー3を変位させる微動機構10の変位タイミングを制御する。制御回路部12は、例えば、図5に示すように、各種処理手段を達成する、CPU30、ROM31、および、RAM32と、他の回路部とのデータの入出力を実行するインターフェース33と、これら構成要素間のデータ送受信のためのアドレス・データバス34とを有する。

【0026】本実施例は、さらに、本実施例のX線顕微鏡の観測における各種設定に関する指令を外から受け付けて、制御回路部12へ出力するキーボード等の入力装置20と、メモリデータ演算処理部13で求められた画像処理結果を表示するCRT等の表示装置21とを有する。

【0027】微動機構10は、図2に示すように、試料ホルダー3を装着するX線透過窓19が設けられた試料

台15と、図中で示すX方向へ変位させるピエゾ素子16と、Y方向へ変位させるピエゾ素子17と、駆動回路部11からの駆動信号を受け入れて、駆動するピエゾ素子へ電圧を印加する駆動部18とを有する。ここで、X線透過窓19は、数mm角程度の大きさであり、本実施例のX線光学素子の視野よりも充分に大きいものである。また、XおよびY方向は、X線光軸と直行する平面を形成する。

【0028】なお、本発明における移動手段は、上述した微動機構10の形状に限定されない。例えば、図3のように、微動機構10を、ベローズ22を介して、大気中に配置しても良く、本発明が適用されるX線顕微鏡の視野径と同程度の移動精度を有する移動手段であれば、その形状、大きさ、配置、駆動方法には限定されるものではない。また、変位方向もXY方向に限定されるものではなく、X線光軸方向に変位して、観察試料の深さ方向の観察を行なう構成としても良い。

【0029】次に、本実施例の作用を説明する。

【0030】本実施例は、観察試料を装填した試料カプセル8を試料ホルダー3内にセットした後、排気系6を動作して真空槽7内を真空排気し、真空度を、例えば、 $4.8 \times 10^{-3}$  Pa以下に維持した状態で観察を行うものである。

【0031】本実施例の制御回路部12は、最初、図6のフローチャートに示すように、入力装置20が受け付けた外部からの指令に基づいて、装填された観察試料において、取り込むX線像の枚数、観察する領域面積、位置等を設定すると共に、駆動回路部11を制御して、微動機構10の位置の初期位置設定等の、所定の初期設定を行なう(ステップ100)。ここで、入力されたX線像の枚数、観察領域面積等から、必要なX線の射出回数、および、微動機構10の変位量、変位方向、変位回数が、算出され、設定される。

【0032】次に、制御回路部12は、X線駆動回路部14を制御して、X線発生器によりX線を射出させ、このX線射出により撮像装置5で得られた観察位置のX線像のデータ信号を取り込む(ステップ102)。すなわち、X線発生器1から射出された軟X線ビームは、コンデンサー光学系2により収束され、試料容器3にセットされた試料カプセル8を通過する。通過した軟X線は、結像光学系4により撮像装置5上に結像する。真空槽7外に設置された制御回路部12は、撮像装置5により得られたX線像のデータ信号を取り込む。

【0033】制御回路部12は、さらに、取り込んだX線像のデータ信号を画像データに変換して、変換された画像データを、そのデータが得られた観測位置を示す情報と共にメモリデータ演算処理部13へ出力する。メモリデータ演算処理部13は、この画像データおよび位置情報を記憶する(ステップ104)。

【0034】次に、ステップ100で設定された枚数の

X線像が取得されたかどうかを判断する(ステップ106)。取得されていない場合、制御回路部12は、予め設定された変位方向および変位量で、観察試料上の観察位置を変位するために、駆動回路部11を制御して、微動機構10を駆動し(ステップ108)、その後、ステップ102へ戻り、新たな観測位置でのX線像を取得する。

【0035】設定枚数のX線像が取得されている場合は、最後のステップ110へ進む。ステップ110において、メモリデータ演算処理部13は、それに記憶されている複数のX線像データを用いて、これらX線像の合成、張り合わせ等の画像処理を実行して、表示装置21に表示する。また、必要に応じて、入力装置20により外部からの指令を受け、境界線の抽出やコントラストの付加等の、その他各種の画像処理を実行する。

【0036】上記に説明した作用、特に、メモリデータ演算処理部13が実行する、複数のX線画像データを用いて行なう合成処理を、図7を用いてより具体的に説明する。ここでは、X線発生器1にレーザプラズマX線源を用い、結像光学系4に分解能0.2 $\mu\text{m}$ 、視野径10 $\mu\text{m}$ のウォルター素子を用いた場合について説明する。

【0037】制御回路部12は、レーザプラズマX線源1を駆動するX線駆動回路部14によるパルスX線の射出タイミングと、撮像装置5の撮像タイミング(撮像データの取込タイミング)と、微動機構10を駆動する変位タイミングとを連動させることで、各X線パルスに合わせて、撮像、変位動作を実行する(図6ステップ102~108)。

【0038】すなわち、上記結像光学系4の視野210の視野径が10 $\mu\text{m}$ とすると、図7(A)に示すように、その中に入る最大の正方形の方形視野211の大きさは、一辺Lが約7 $\mu\text{m}$ の正方形である。したがって、図7(A)のように、観察しようとする対象物200がこれら視野よりも大きい場合は、1回のX線パルスでの撮像により、最大7 $\mu\text{m}$ 角の視野を通してのX線像が得られるだけで、全体像を得ることはできない。

【0039】本実施例においては、観察対象物200のX線像を取得するために、制御回路部12は、図7(B)に示すように、観察対象物200を装填した試料ホルダー3を載せた試料台15を微動機構10によって、X軸方向、Y軸方向に、矢印に従ってラスタ走査して、観察位置を変え、3コマ×3コマの計9枚のX線像を取得する。ここで、図中の各円は、各変位動作毎の視野210を示し、1コマは、上記視野径210から得られる方形視野211を意味する。また、212は、視野径210の中心を示し、図中に示されるX、Y方向は、X線ビームと鉛直方向にある平面を形成する。

【0040】本実施例においては、さらに、各変位動作毎、すなわち観察位置が変わる毎に、撮像が行なわれる。各視野210を通して得られたX線像は、撮像装置5に

より電気信号に変えられ、デジタル画像データとして、制御回路部12により、メモリデータ演算処理部13へ送られる。

【0041】メモリデータ演算処理部13は、これら9枚のX線像をデジタル画像として記憶し、さらに、画像処理を施すことにより、これらを張り合わせる。つまり、取得されたX線像を、図7(C)に示すように、それらが撮像された領域の相対関係に対応して、互いに隣接して表示することで、全体として21 $\mu\text{m}$ 角(L=7 $\mu\text{m}$ )の領域のX線像を、画像として求め、表示する(図6ステップ110)。

【0042】なお、本発明は、本実施例で述べている、X線像の取込枚数、微動機構10の変位量、変位方向等には限定されない。本発明において、これらの量は、観察領域、用いられるX線光学系の視野の大きさ、さらに、必要とする観察の粗さ、つまり、連続した2つの観察位置間の距離等により、決定することができる。

【0043】X線像の画像データの合成処理としては、また、画像データを合成する際に、隣合う2つの画像データの、重なり合う境界線でのデータの一致状態を調べ、変位動作における誤差を得て、その誤差に基づいて、試料ホルダー3を変位する微動機構10の動作を制御しても良い。

【0044】この合成処理方法を、図7(D)を用いて説明する。ここで、示されている2つ円は、連続して取得された2つのX線像データである。視野径210、210'は、本実施例における物理的に限定された視野であり、方形視野211、211'は、X線像を取込み、画像データする際に設けた、予め定めた大きさの視野である。ここで、このような画像データ形成のための視野は、必ずしも正方形である必要はない。元々の物理的視野径210よりも小さく、かつ、そこに含まれるデータをできるだけ利用することができれば、六角形や八角形など、どのような多角形でも構わない。

【0045】また、213、213'は、方形視野211、211'における境界線の1辺であり、合成処理を行なう際には、これら境界線が重なり合うように、微動機構10の動作が、制御回路部12により、制御されている。

【0046】本実施例において、微動機構10の動作に誤差がある場合には、境界線213におけるデータと、境界線213'におけるデータとは、一致しない。

【0047】そこで、メモリデータ演算処理部13は、視野径210'全体のデータを用いて、境界線213と一致する境界線を捜し、捜し出された境界線の、視野径210'における位置を算出する。制御回路部12は、この算出結果を受け入れ、それを用いて、駆動回路部11をさらに制御して、変位誤差を補正する。

【0048】また、上記のように得られた境界線における、観察試料の同じ部分における信号強度を比較するこ

とで、これら2つ画像における信号強度（グレイスケール）を基準化することができる。ここで、信号強度とは、観察位置における観察試料の部分でのX線の透過、反射率に依存する。さらに、この基準化を連続して実行すると、1つの基準化された信号強度スケールを用いた、複数のX線画像から構成される合成画像を得ることができる。

【0049】また、上記のようにして取得されたX線画像に対して、各種の画像処理を実行することができる。例えば、当該対象物の境界線の抽出、特徴抽出、パターン認識、コントラスト付加および強調、色の付加等を行なうことができる。

【0050】また、観察する領域を大きく設定し、多数のX線像を取得して、これらを用いて、観察領域すべてをカバーする、1つの全体像を合成して表示することができる。ただし、このような場合、細部の特徴などをすべて一つの画像で表示することは難しいため、マウスなどの入力手段をさらに設けて、関心のある領域を特定して、特定された部分に相当する画像データに基づいて、その部分だけを所定の倍率で拡大表示する等しても良い。

【0051】本発明によれば、試料を変位する毎に得られた複数のX線像を用いて合成して、一つの画像にすることにより、X線顕微鏡の観察可能な領域を拡大することができるため、X線顕微鏡の視野よりも大きな生体試料の仕組みを、より明確に知ることが可能となる。

【0052】

【発明の効果】本発明によれば、移動手段およびX線撮像手段を制御することで、試料を変位する毎にX線像を取得し、得られた複数のX線像を合成することにより、X線顕微鏡の観察領域を拡大することが可能となる。 \*

\*【0053】

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を適用した結像型X線顕微鏡の構成の一実施例を示すブロック図。

【図2】本発明を適用した結像型X線顕微鏡における移動手段の構成の一例を示すブロック図。

【図3】本発明を適用した結像型X線顕微鏡の構成の他の実施例を示すブロック図。

【図4】従来の結像型X線顕微鏡の構成を示すブロック図。

【図5】図1の実施例における制御回路部の構成を示すブロック図。

【図6】図1の実施例における作用を示すフローチャート。

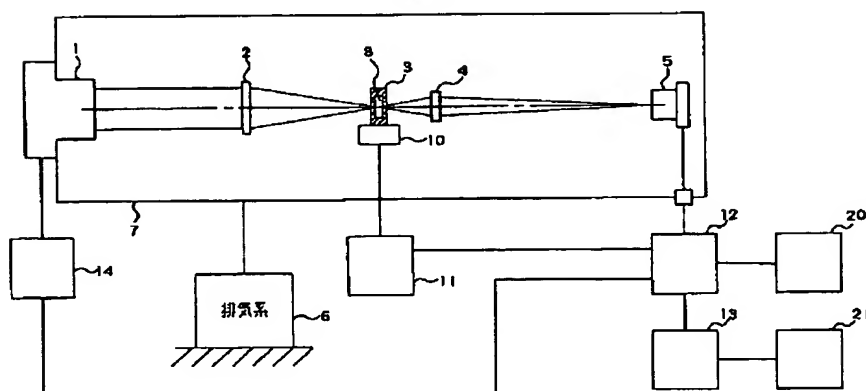
【図7】本発明を適用した結像型X線顕微鏡における、取得したX線像の合成に係る画像処理を説明する説明図。

【符号の説明】

1…X線発生器、2…コンデンサー光学系、3…試料ホルダー、4…結像光学系、5…撮像装置、6…排気系、7…真空槽、8…試料カプセル、9…モニタ装置、10…試料台微動機構、11…微動機構駆動回路部、12…変位・撮像タイミング制御回路部、13…メモリ・データ演算処理部、14…レーザプラズマX線源制御部、15…試料台、16…X方向駆動ピエゾ素子、17…Y方向駆動ピエゾ素子、18…ピエゾ素子駆動回路部、19…X線透過窓、20…入力装置、21…表示装置、22…ベローズ、200…観察対象物、210…X線光学系の視野、211…視野210から得られる方形視野、212…視野210の中心、213…方形視野の境界線の1辺。

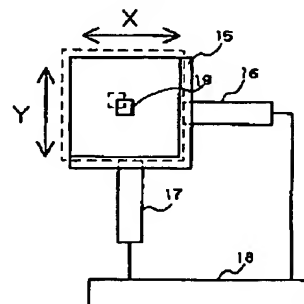
【図1】

図1



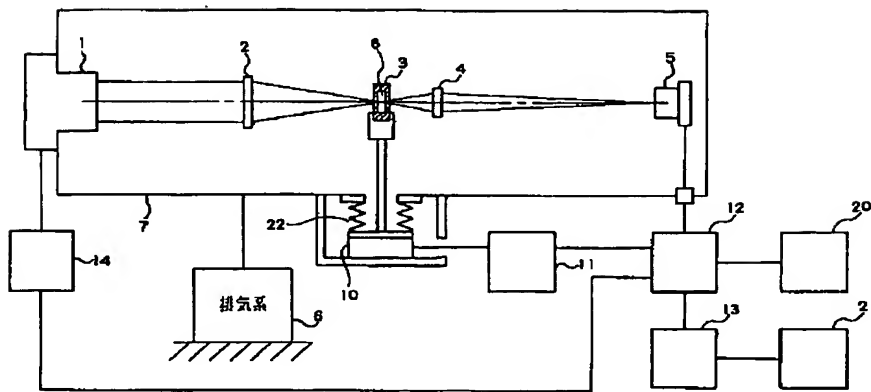
【図2】

図2



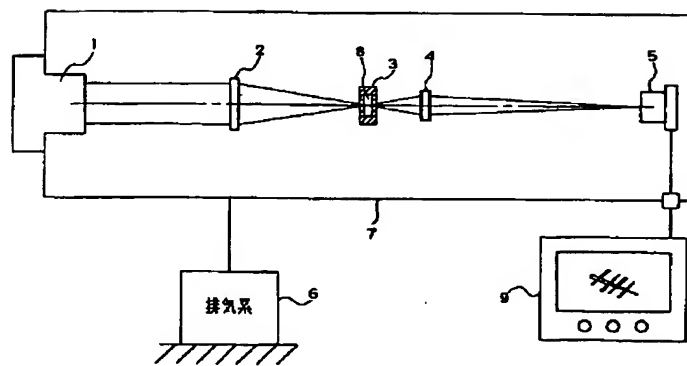
【図3】

図3



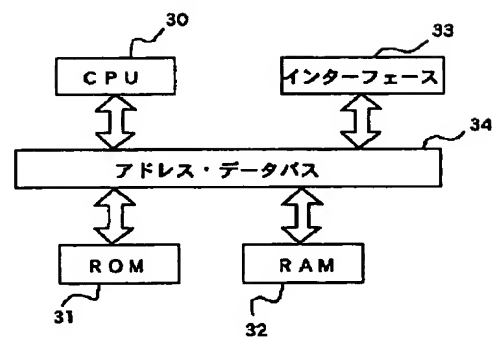
【図4】

図4



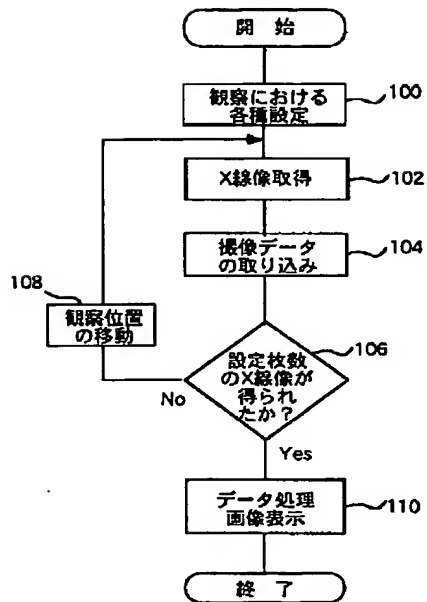
【図5】

図5



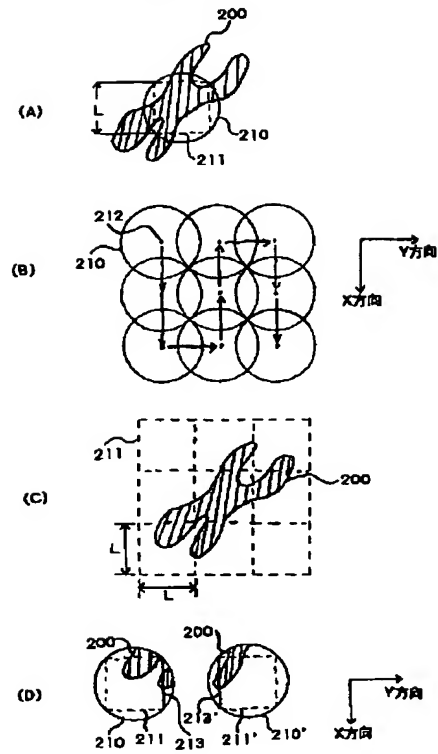
【図6】

図6



【図7】

図7



BEST AVAILABLE COPY